

І. П. Буднік¹, Є. П. Печенюк¹, І. В. Федьович¹, А. О. Піціль²

¹Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

²Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ПРОТИЕРОЗІЙНА РОЛЬ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ В ЖИТОМИРСЬКОМУ ПОЛІССІ

В статті наведено результати експериментальних досліджень дощового поверхневого стоку, при фізичному моделюванні стоково-гідрологічних процесів в лотку та польових умовах. За результатами проведеної роботи встановлено, параметри стоку і ерозії для лісових насаджень, ріллі та багаторічних трав. Гідролого-ерозійні процеси, будучи провідними в перетворенні природно-територіальних комплексів височин і рівнин, порушують екологічну рівновагу в ґрунтах ландшафтів. Процес перенесення речовин на водозборі пов'язані між собою поверхневим стоком води, який відіграє важливу роль у міграції сполук різних форм.

Виявлено позитивну стокорегулюючу та протиерозійну роль лісових насаджень, як складової частини елементів агроландшафту. Оцінено захисну роль лісових насаджень, які спричиняють оптимізуючи дію на горизонтальний перерозподіл продуктів ерозії на водозборі.

Ключові слова: ерозія, ландшафт, ґрунт, забруднення, міграція, стік, лісові насадження.

Вступ. За сучасними уявленнями, лісові насадження відносять до ведучих факторів формування потоків речовини у тому числі й ґрунтової в ландшафтах різних природничих зон. Це ж стосується і їх протиерозійної ролі, що показано багаточисельними дослідженнями [1, 2 і ін.]. Всі дослідження, присвячені вивченню водно-ерозійних процесів проведені через гідрологічні характеристики як поодинокі випадки поверхневого стоку за його період або цілий рік.

Гідролого-ерозійні процеси, будучи провідними в перетворенні природно-територіальних комплексів височин і рівнин, порушують екологічну рівновагу в ґрунтах ландшафтів. Процес перенесення речовин на водозборі

¹Буднік Ігор Петрович, канд. с.-г. наук. E-mail: budniki@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-39478274>;

¹Печенюк Євген Петрович, викладач. E-mail: kotugor1989@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-9985-7119>;

¹Федьович Іван Володимирович, виклад. E-mail: ifedovich@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3763-7905>;

²Піціль Андрій Орестович, канд. с.-г. наук, доцент; E-mail: pitsil.uk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0962-574X>

пов'язані між собою поверхневим стоком води, який відіграє важливу роль у міграції сполук різних форм.

Поверхневий стік в першу чергу визначається гідрометеорологічними факторами з нерегулярними коливаннями в часі, які мають складну фізичну природу і підпорядковані природної зональності.

Цілком очевидно, що при вивченні водно-ерозійних процесів, виникають складності пов'язані з вищевказаними обставинами. Одна з найбільших складностей полягає в тому, що по перше дослідження повинні бути багаторічними і включати цикл із статистичного мінімуму років зі схожими гідрометеорологічними умовами, по друге Полісся не відноситься до території де традиційно культивується захисне лісорозведення, де природна лісистість території досягає оптимальної величини (> 30%).

До завдань досліджень входило вивчення параметрів стоку та ерозії для лісових насаджень, ріллі, багаторічних трав. Встановити позитивну стокорегулюючу та протиерозійну роль лісових насаджень, як складової елементів агроландшафту.

Об'єктом дослідження є процеси ерозії - просторової міграції, за лініями проходження поверхневого стоку з різних угідь лісоаграрних ландшафтів Житомирського Полісся.

Предметом дослідження є кількісні та якісні показники міграційних процесів при зливовому стоці.

Метою проведених досліджень є визначення особливостей водно-ерозійних процесів при різних гідрометеорологічних факторах.

Відповідно до мети роботи вирішено такі завдання:

- досліджено кількісні параметри поверхневого стоку при зливових опадах;
- експериментально встановлено коефіцієнти поверхневого стоку на різних агрофонах (рілля, озимі, багаторічні трави, ліс, лісова смуга).

- з'ясовано, що вихідним продуктом формування каламутності стоку на сільськогосподарських угіддях, є часточки ґрунту, дрібний і крупний уламковий матеріал гірських порід, рослинні залишки. Живлення ними потоку характеризує інтенсивність змиву.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в отриманні матеріалів, що дають нам основу для узагальнення показників стоку, коефіцієнтів стоку, змиву, по трьох структурних одиницях лісоагроландшафтів: рілля, лісові масиви та лісові смуги.

Матеріал і методи дослідження. Експериментальні вивчення параметрів ерозії при зливовому стоці проводились шляхом моделювання опадів у вигляді злив інтенсивністю 0,5-2,3 мм хв⁻¹. Методичною основою досліджень були розробки, наведені в джерелах [1, 5]. Штучне дощування проводилось на

схилових ділянках в 1м² мобільною, краплинно-струменевою дощувальною установкою, яка дозволяла імітувати дощ зливого характеру з інтенсивністю до 2,5 мм·хв⁻¹, діаметром краплин переважно 3 мм при швидкості падіння 3-5 м с⁻¹. Цім були відтворені процеси зливи в умовах, максимально наближених до природних. Облік поверхневого стоку проводився об'ємним методом шляхом повного відбору продуктів поверхневого стоку (суспензії) у ємність з послідуочим поділом на рідку й тверду фази шляхом фільтрації. Твердий стік (змив) враховувався по каламутності суспензії шляхом відбору термінових проб води (500 см³) і фільтруванням осаду. Після проходження стоку врахування змиву проводилося також вимірюванням водоріїв.

Основні дослідження були зосереджені на території Житомирського Полісся у басейні малої річки Норинь, притоки Прип'яті, в північно-східному агрокліматичному районі, на території Народицького району Житомирської області. Дослідженнями були охоплені дерново-підзолисті ґрунти сільськогосподарських і лісових угідь з наступними фонами: рілля, озимі, багаторічні трави, ліс, лісова смуга.

Аналіз літературних джерел. Дослідження різних авторів і експериментальні дані свідчать, що ерозійно-гідрологічні процеси, є основними у перетворенні природно-територіальних комплексів [3, 4, 5].

На основі вирахованих теоретичних кривих забезпеченості визначені значення стоку талих вод різної ймовірності і проведена його оцінка [3].

В цілому для Полісся поверхневий стік і його ймовірна оцінка, що викликає ерозійні процеси характеризується даними таблиці 1. В окремі роки можуть бути значні відхилення від середніх багаторічних параметрів. Характеристика стоку талих вод проведена для двох агрофонів, ріллі і ущільненої ріллі (озимих). Середні значення стоку (50% забезпеченість) для двох агрофонів характеризуються як "слабкий стік" 12 ÷ 14 мм. Для сильного стоку 49 ÷ 57 мм властива повторюваність один раз на 20 років.

Таблиця 1

Стік талих вод та його ймовірні характеристики

Характер	Стік, мм	Забезпеченість, %		Повторюваність, років	
		Рілля	Озимі	Рілля	Озимі
Дуже слабкий	до 7	55	72	2	5
Слабкий	8-20	55-30	69-39	2-3	3-1
Помірний	21-40	30-8	36-10	3-13	3-10
Сильний	41-75	8-1	11-2	13-99	10-79
Надто сильний	76-115	1-0,5	2-0,2	100-150	80-180
Надмірно сильний	>115	<0,5	<0,2	>150	>180

Таким чином, в Поліссі формується поверхневий стік що викликає ерозійні процеси на ґрунтах. Тому необхідно вивчення протиерозійних функцій лісових насаджень. Створення і вирощування захисних лісових смуг в екологічних умовах Полісся мають свої особливості в силу специфіки ґрунтового покриву (гідроморфність, кислотність та ін.), зволоження території, рельєфу.

Результати досліджень. Встановлено, що коефіцієнти поверхневого стоку зі схилів крутизною 2-3° на дерново-підзолистих змитих ґрунтах дорівнюють: на ріллі $0,28 \pm 0,02$, лісу і лісової смуги відповідно $0,59 \pm 0,1$... $0,40 \pm 0,04$ при коефіцієнтах мінливості від 19 до 22%. Надто високий коефіцієнт варіації мають середні значення каламутності стоку (75...85%) Каламутність стоку, як основний фактор кількісної оцінки ерозії, на ріллі має величину ($11,6 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) на порядок вище, чім в лісовому насадженні ($1,7 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) і на два порядку вище, чім в лісовій смузі – $0,17 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$. Змив відповідно складає $2,66 \pm 0,36$, $0,32 \pm 0,1$ і $0,17 \pm 0,05 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ (табл. 2).

Отримані матеріали дають нам основу для узагальнення показників стоку, коефіцієнтів стоку, змиву, по трьох структурних одиницях лісоаглоландшафтів: рілля, лісові масиви та лісові смуги.

Ерозійно-гідрологічні процеси пов'язані з поверхневим стоком при зливових опадах в літній період, супроводжуються транспортуванням і перерозподілом у ландшафті ґрунтової речовини.

Формують твердий стік часточки ґрунту, уламковий матеріал гірських порід, рослинні рештки. Їх вміст в зливовому стоці і характеризує інтенсивність змиву, який досить диференційований на різних агрофонах. За вищенаведеними нормами дощування інтенсивність змиву для ріллі складає $62,2 \pm 2,2 \text{ г} \cdot \text{хв}^{-1} \text{ з } 1 \text{ м}^2$, а для лісу і лісової смуги, відповідно $1,43 \pm 0,2$ і $3,21 \pm 0,7 \text{ г} \cdot \text{хв}^{-1} \text{ з } 1 \text{ м}^2$. Подібна диференціація спостерігається і з каламутністю стоку.

Отримані і проаналізовані експериментальні дані показують, що об'єктивним кількісним виразом водної ерозії може бути показник у вигляді каламутності стоку або модуля ерозії (стоку наносів) тобто кількості ґрунту, змитого з одиниці площі за певний інтервал часу. Використання модуля змиву в якості показника ерозії не означає, що змив розподілений рівномірно по всій площі. Реально водна ерозія відбувається як дискретний процес формування мікро струмкової мережі. Водна ерозія дає твердий матеріал, який потім транспортується потоком і частково акумулюється по шляхах стоку.

На сільськогосподарських угіддях вихідним продуктом формування каламутності стоку, є часточки ґрунту, дрібний і крупний уламковий матеріал гірських порід, рослинні залишки. Живлення ними потоку характеризує інтенсивність змиву. Дослідження показують, що даний параметр, як за своїм середнім значенням, так і за динамікою, значно диференційований по фонах

(табл. 4.). Для ріллі і озимих він близький, середні значення якого відповідно рівні $62,6 \pm 22,2$ і $52,0 \pm 39,8$ г·хв⁻¹ з 1м². Лісові насадження за протиерозійною стійкістю рівнозначні, де інтенсивність змиву за годинний період суцільно стікання була рівна $1,43 \pm 0,2 \dots 3,21 \pm 0,7$ г·хв⁻¹ з 1м². (табл. 3).

Таблиця 2

Елементів водного балансу і ерозія при зливових опадах на різних фонах

Показники	Рілля		Ліс		Лісова смуга	
	M ± m	C _v ,%	M ± m	C _v ,%	M ± m	C _v ,%
Інтенсивність зливи, мм·хв. ⁻¹	1,3 ± 0,2	38	1,35 ± 0,1	41	1,5 ± 0,1	21
Опади, мм	37,6 ± 3,1	29	34,0 ± 2,9	29	31,5 ± 2,5	21
Стік, мм	10,3 ± 1,0	34	21,3 ± 2,8	47	12,3 ± 0,7	17
Інфільтрація, мм	26,3 ± 2,5	33	12,9 ± 1,4	38	19,3 ± 2,7	38
Коефіцієнт стоку	0,28 ± 0,02	21	0,59 ± 0,1	19	0,40 ± 0,04	22
Змив, т·га ⁻¹	2,66 ± 0,36	46	0,32 ± 0,1	38	0,17 ± 0,05	32
Каламутність, г·л ⁻¹	11,6 ± 2,2	85	1,7 ± 0,4	75	0,98 ± 0,3	81

M-середнє значення; m – помилка середнього; C_v – коефіцієнт варіації

Таблиця 3

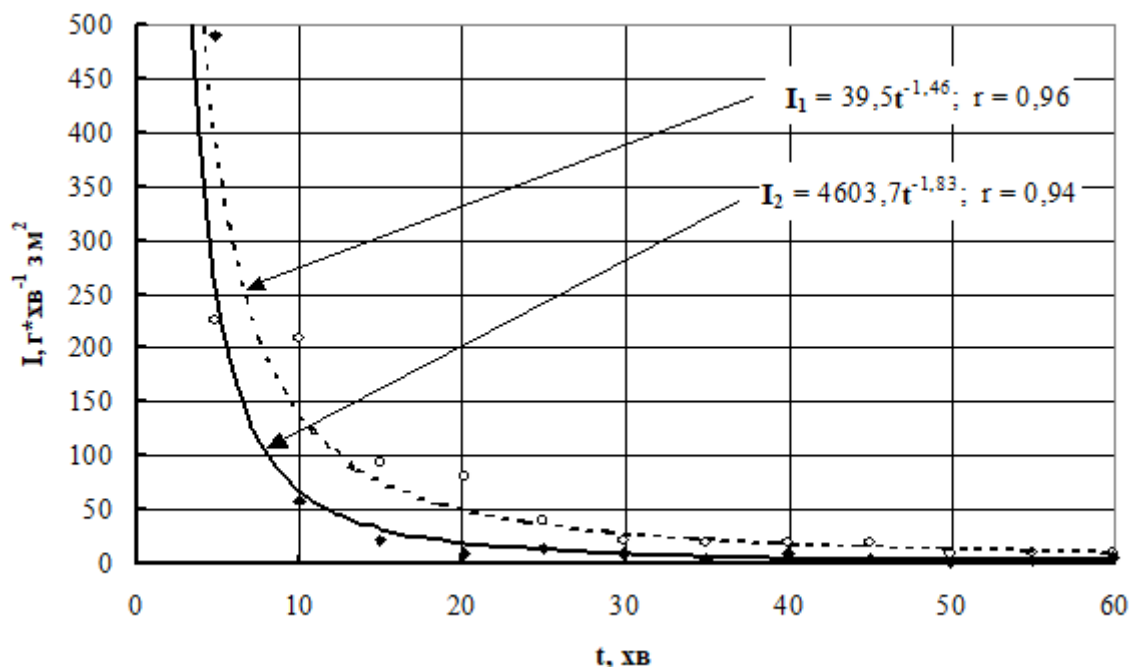
Гідралічні та ерозійні характеристики різних фонів

Агрофон	Швидкість потоку, м·с ⁻¹		Витрати води, л·с ⁻¹		Каламутність стоку, г·л ⁻¹		Інтенсивність змиву, г·хв ⁻¹ з 1м ²	
	M±m	C, %	M±m	C, %	M±m	C, %	M±m	C, %
Озимі у фазі кущення	4,2 ± 0,08	6,9	0,154 ± 0,0026	5,9	0,8465 ± 0,65	264,6	52,0 ± 39,8	265,2
Рілля після загиблих озимих	3,5 ± 0,09	9,0	0,081 ± 0,002	10,2	2,185 ± 0,89	141,0	62,6 ± 22,2	122,5
Багаторічні трави	4,3 ± 0,15	6,8	0,03 ± 0,003	12,6	0,046 ± 0,0003	61,1	1,43 ± 0,22	52,2
Лісова смуга склад	3,9 ± 0,8	7,3	0,0505 ± 0,036	25,3	0,166 ± 0,063	131,6	3,21 ± 0,77	83,3

Примітка: M - середнє значення, m - помилка середнього, C- коефіцієнт мінливості

Аналогічні закономірності характерні і для каламутності, середнє значення яких при практично рівнозначних гідралічних характеристиках (швидкість і витрати потоку) значно відрізняються по фонах.

Інтенсивність змиву надто сильно варіює в часі за період стоку на всіх агрофонах, особливо ріллі і озимих, де коефіцієнти варіації досягають 123...265%. Залежність інтенсивності змиву від часу стоку на агрофонах з малою протиерозійною стійкістю (рілля, озимі) має характер степеневі функції при надто високих коефіцієнтах кореляції – 0,96...0,94 (мал. 1).

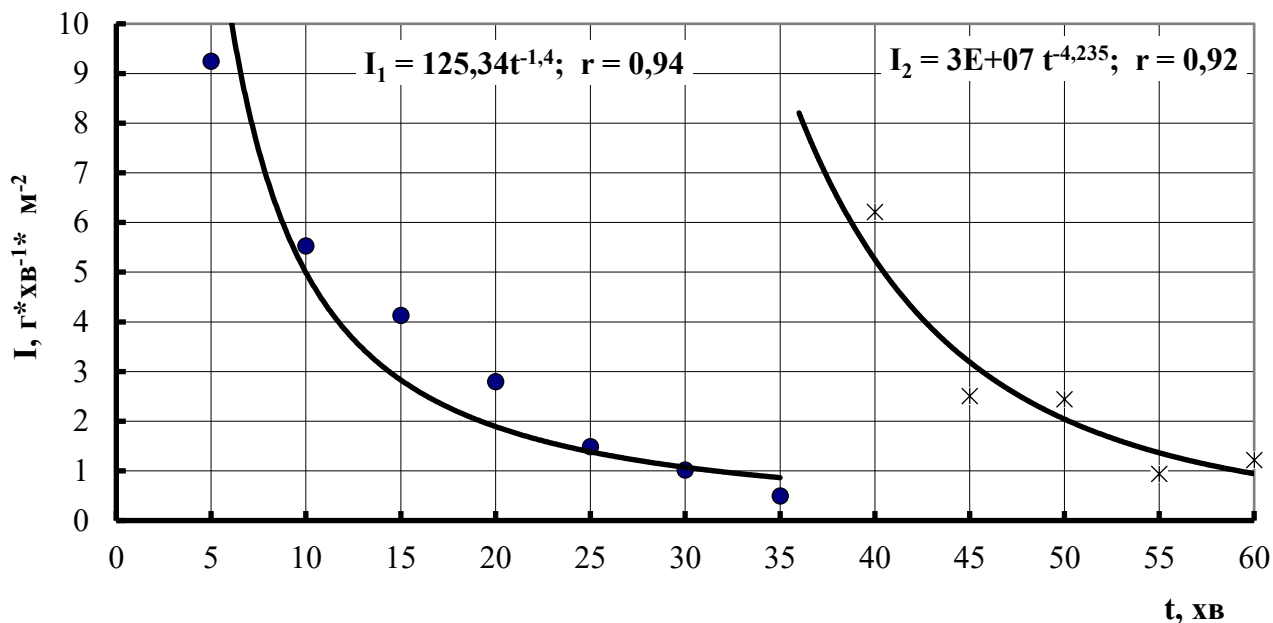


Мал. 1 Динаміка інтенсивності змиву (I) при імітації руслового процесу стоку у гідравлічному лотку I₁ – на озимих, I₂ – на ріллі

Виходячи із залежності, досить високий змив відбувається в перші 10 хвилин стоку. Далі після 15-20 хвилин змив стабілізується до значно менших величин – 10...30 г·хв⁻¹ з 1 м².

Зовсім по іншому відбувається змив на лісових ділянках, де чітко виділяється два періоди по інтенсивності змиву (мал. 2). Інтенсивність змиву чітко розмежовує час стоку на два інтервали до 30...35 хвилин і пізніше. За характером обидві залежності ідентичні. Такі закономірності для лісових насаджень пояснюються властивостями поверхні, котра складається з органічного опаду (лісової підстилки), що має особливості водопоглинення і гідрофобності в лісових насадженнях із сосни.

Органічні залишки складають і значно більшу частину твердого стоку в лісі (13-14% в перші 15...20 хвилин) порівняно з оранкою, де їх питома вага в твердому стоці не перевищує 1...2% (табл. 4). Основну частину піщаної фракції твердого стоку складає SiO₂, і незначну до 3-4% на ріллі і 1% в лісі інші мінерали (ортоклаз, амфіболи, слюди).



Мал. 2 Динаміка інтенсивності змиву (I) в лісовій смузі.

Таблиця 4

Наявність органіки і мінералогічний склад піщаної фракції (0,01) у продуктах стоку

Час від початку стоку, хв.	Рілля					Лісові насадження				
	Органічні залишки %, від маси продуктів змиву в 1л стоку	% маси піщаної фракції та її мінералогічний склад				Органічні залишки, % від маси продуктів змиву в 1л стоку	% маси піщаної фракції та її мінералогічний склад			
		Маса фракції >0,01 мм в 1л стоку	SiO ₂	Ортоклаз арфі-боли слюди	Інші кольорові мінерали		Маса фракції 0,01 мм в 1л стоку	SiO ₂	Ортоклаз арфі-боли слюди	Інші кольорові мінерали
5	2	1,5	97	3	-	14	0,2	100	-	-
10	1	2,0	96	3	1	12	0,1	100	-	-
15	1	1,5	97	3	-	13	0,2	99	1	-
20	1	1,0	97	3	-	9	0,1	100	-	-
25	-	1,5	97	2	1	10	0,1	99	1	-
30	-	0,5	96	4	-	5	0,2	98	1	1
35	-	0,5	97	3	-	1	0,3	99	1	-
40	-	1,0	96	3	1	7	1,0	99	1	-
45	-	1,5	96	4	-	3	1,0	98	1	1
50	-	0,5	95	5	-	1	0,5	99	1	-
55	-	0,3	95	4	1	-	0,3	100	-	-
60	-	0,3	95	5	-	-	0,5	100	-	-

Висновки. В агроландшафтах Полісся формується поверхневий стік 50% забезпеченості величиною 12...14 мм і один раз в 20 років (5% забезпеченості) –

49-57 мм, який викликає ерозію ґрунтів ступінь якої коливався залежно від агрофону.

Коефіцієнти поверхневого стоку зі схилів крутизною 2-3° на дерново-підзолистих змитих ґрунтах дорівнюють: лісу і лісової смуги відповідно $0,59 \pm 0,1 \dots 0,40 \pm 0,04$, на ріллі $0,28 \pm 0,02$.

Каламутність стоку, як основний фактор кількісної оцінки ерозії, на ріллі має величину ($11,6 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) на порядок вище, чим в лісовому насадженні ($1,7 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) і на два порядки вище, чим в лісовій смузі – $0,17 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$. Змив відповідно складає $2,66 \pm 0,36$, $0,32 \pm 0,1$ і $0,17 \pm 0,05 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$.

Інтенсивність змиву, як показник протиерозійної стійкості, для ріллі складає $62,2 \pm 2,2 \text{ г} \cdot \text{хв}^{-1} \text{ з } 1 \text{ м}^2$, а для лісу і лісової смуги, відповідно $1,43 \pm 0,2$ і $3,21 \pm 0,7 \text{ г} \cdot \text{хв}^{-1} \text{ з } 1 \text{ м}^2$.

Органічні залишки складають і значно більшу частину твердого стоку в лісі (13-14%) порівняно з оранкою, де їх питома вага в твердому стоці не перевищує 1...2%.

Лісові насадження в агроландшафті чинять суттєвий регулюючий і стабілізуючий вплив на поверхневий стік і ерозію ґрунтів. Лісові смуги є біофізичними бар'єрами на шляху проходження ерозійних процесів.

Поверхневий стік в першу чергу визначається гідрометеорологічними факторами з нерегулярними коливаннями в часі, які мають складну фізичну природу і підпорядковані природної зональності.

Цілком очевидно, що при вивченні водно-ерозійних процесів, виникають складності пов'язані з вищевказаними обставинами, одна з яких полягає в тому, що дослідження повинні бути багаторічними і включати цикл із статистичного мінімуму років зі схожими гідрометеорологічними умовами. Тому подальші дослідження будуть направлені на більш детальне вивчення водно ерозійних процесів при різних гідрометеорологічних факторах.

References

1. Vasenkov N.I., Polyshchuk O.YE. Horyzontal'na mihratsiya tseziyu-137 pry vodnoeroziynykh protsesakh // Visnyk ahrarnoyi nauky. -K.: -1999. - №9. - S. 37-39.
2. Yukhnovs'kyu V. YU. Lisoahrami landshafty rivnynnoyi Ukrayiny: optymizatsiya, normatyvy, ekolohichni aspekty. – K.: Instytut ahrarnoyi ekonomiky, 2003. – 273 s.
3. Dmytruk YU. M. Neokhimichni osoblyvosti gruntiv ahrolandshaftiv Peredkarpattya / YU. M. Dmytruk // Visn. ahrarn. nauky. – 2005. – № 5. – S. 51–55.

4. Zubov O. R. Zakonomirnosti eroziyno–akumulyatyvnykh protsesiv v lisoahrarnomu landshafti balkovoho vodozboru / O. R. Zubov // Melioratsiya i vodne gospodarstvo. – 2000. – Vyp. 87. – S.146–153.

5. Strel'chenko V.P. Gruntovo-ekolohichni osnovy. K.: systemy zemlerobstva Polissya Ukrayiny: Avto-ref. dys. d.s-h.n. – 1994. – 48s.

I. P. Budnik¹, E. P. Pechenyuk¹, I.V. Fedovich¹, A. O. Pitsil²

¹*Malyn Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine*

²*Polissia National University, Ukraine*

THE EROSION FUNCTION OF FOREST PLANTS IN ZHYTOMYR POLISSYA

Abstract. *The article presents the results of experimental studies of rain surface runoff, with physical modeling of runoff and hydrological processes in the tray and field conditions. Based on the results of the work, the runoff and erosion parameters for forest plantations, arable land and perennial grasses were established. Hydrologic-erosive processes, being the leading ones in the transformation of natural-territorial complexes of highlands and plains, disturb the ecological balance in the soils of landscapes. The process of transporting substances in the catchment is interconnected by surface water flow, which plays an important role in the migration of compounds of various forms.*

The positive flow-regulating and anti-erosion role of forest plantations as a component of the agricultural landscape elements has been revealed. The protective role of forest plantations, which have an optimizing effect on the horizontal redistribution of erosion products in the watershed, was evaluated.

Keywords: *erosion; landscape; soil; pollution; migration; flow; forest plantations.*